



**PATENT APPLICATION**

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Yasuaki KUWATA

Application No.: 10/691,503

Filed: October 24, 2003

Docket No.: 117604

For: SURFACE EMITTING SEMICONDUCTOR LASER AND COMMUNICATION SYSTEM  
USING THE SAME

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

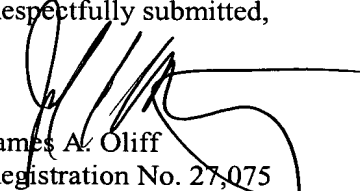
Japanese Patent Application No 2003-075443 filed on March 19, 2003

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

  
James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong  
Registration No. 36,430

JAO:JSA/amo

Date: November 6, 2003

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

<p>DEPOSIT ACCOUNT USE AUTHORIZATION Please grant any extension necessary for entry; Charge any fee due to our Deposit Account No. 15-0461</p>
--

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年    3 月 1 9 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 0 7 5 4 4 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 0 7 5 4 4 3 ]

出      願      人            富 士 ゼ ロ ッ ク ス 株 式 会 社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月    3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 1 8 2 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 FE03-00283

【提出日】 平成15年 3月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 05/183

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県海老名市本郷 2 2 7 4 番地 富士ゼロックス株式会社社内

    【氏名】 桑田 靖章

【特許出願人】

    【識別番号】 000005496

    【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098497

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 片寄 恭三

    【電話番号】 047-307-6020

【代理人】

    【識別番号】 100087480

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 片山 修平

    【電話番号】 043-351-2361

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 154657

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0205300

【包括委任状番号】 0205289

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 面発光型半導体レーザおよびそれを用いた光通信システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザであって、

レーザ光の出射口に、マルチモードの特定のモードを遮蔽する遮蔽物を設けたことを特徴とする、面発光型半導体レーザ。

【請求項 2】 前記面発光型半導体レーザは、基板上に、下部反射ミラーと、上部反射ミラーと、それらのミラーの間に活性領域および電流狭窄層とを含み、前記出射口は、前記上部反射ミラー上に形成される、請求項 1 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 3】 前記上部反射ミラーは、第 1 導電型の複数の半導体多層膜を含み、該複数の半導体多層膜上に、前記出射口を規定する電極パターンが形成され、前記遮蔽物は、前記出射口のほぼ中央に配置される、請求項 1 または 2 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 4】 少なくとも前記上部反射ミラーから前記電流狭窄層に至るまでメサが形成され、前記出射口および前記遮蔽物は前記メサの外形に対応する形状を有する、請求項 3 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 5】 前記遮蔽物の径は、前記電流狭窄層の導通領域の径よりも小さい、請求項 1 ないし 4 いずれかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 6】 前記遮蔽物は、前記電極パターンと同時に形成される、請求項 3 または 4 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 7】 前記遮蔽物は、マルチモードのレーザ光のうち、基本モードのレーザ光を遮蔽する、請求項 1 ないし 5 いずれかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 8】 マルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザ素子を収容するパッケージ本体と、

前記パッケージ本体に設けられ、前記レーザ素子からのレーザ光を透過させるための透過窓とを有し、

前記透過窓には、前記レーザ光の特定のモードを遮蔽するための遮蔽物が設けられることを特徴とする、面発光型半導体レーザ。

【請求項 9】 前記遮蔽物の径  $D_1$  は、次式により規定される；

【数 1】

$$D_1 = L_1 \times 2 \tan\left(\frac{\theta_n}{2}\right)$$

ここで、 $L_1$  は、レーザ素子から遮蔽物までの距離、 $\theta_n$  は、レーザ素子から射出されたマルチモード光の遠視野像において、特定のモードの径に対応する光源からの広がり角度である。

【請求項 10】 前記遮蔽物に、前記レーザ光の光の反射を防止するための反射防止膜が形成される、請求項 8 または 9 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 11】 前記遮蔽物は、前記レーザ光の特定のモードを吸収する吸収材を含む、請求項 8 に記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 12】 前記レーザ素子は、円柱状のメサ型の発光部を含み、前記遮蔽物は円形状である、請求項 8 ないし 11 いずれかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 13】 前記遮蔽物は、マルチモード光の基本モードを遮蔽し、前記  $\theta_n$  は、基本モードの径に対応する光源からの広がり角  $\theta_0$  である、請求項 8 ないし 12 いずれかに記載の面発光型半導体レーザ。

【請求項 14】 前記請求項 1 ないし 11 いずれかに記載の面発光型半導体レーザを光源に用い、該光源と光結合されたマルチモード型光ファイバを有する、光通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、選択酸化型の面発光型半導体レーザに関し、特に、マルチモードの面発光型半導体レーザの光出力を制御するための構造に関する。

【0002】

**【従来の技術】**

光通信や光記録等の技術分野において、光源の二次元アレイ化が容易で、かつそのしきい値電流や消費電力が小さいという利点を有する、面発光型半導体レーザ（垂直共振器型表面発光レーザ；Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser diode 以下、VCSELという）への需要が増加している。

**【0003】**

プラスチック・オプティカル・ファイバ（POF）に代表される低コストのマルチモード型光ファイバが開発され、これを用いた短距離（数メートルから数百メートル）の光通信が注目を集めている。長距離の光通信には、シングルモード型光ファイバと、 $1.31\mu\text{m}$ （マイクロメータ）あるいは $1.55\mu\text{m}$ といった比較的長い波長の端面発光型レーザとの組合せが用いられているが、これらは共に高価で、低コストが求められるローカルエリアでの用途には向かない。

**【0004】**

マルチモード型光ファイバに用いられる光源は、素子それ自体が安価であることの外に、特別な光学系や駆動系を必要としないことなどが求められている。面発光レーザは、これらの特徴を兼ね備えており、マルチモード型光ファイバの光源の有力な選択肢のひとつとなっている。面発光レーザを、マルチモード型光ファイバを利用した光通信の光源として用いられるためには、その発振モードを安定化させ、かつ光出力のジッタ成分を低減することが望ましい。

**【0005】**

特許文献1は、選択酸化型の面発光型半導体レーザにおいて、その発信横モードを制御するためにビーム出射口（開口部）に透明な層を形成する。透明な層は、例えば誘電体膜からなり、この透明な層によりレーザ発振を起こさせたくない部分の反射率を低下させ、発振横モードを制御する。

**【0006】**

また、特許文献2は、レーザ素子のジッタ（ターンオン遅延時間の変動）を低減するVCSELを提供するため、活性層近傍に堆積される拡散増強領域に高濃度のアクセプタ不純物をドーピングし、これにより量子井戸領域に誘発される正孔数が量子井戸領域の電子数を約1桁上回るようにし、量子井戸領域のキャリア

の拡散速度を高める技術が開示される。

【0007】

【特許文献1】

特開 2001-156395号

【特許文献2】

特開平 9-326530号

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の選択酸化型の面発光型半導体レーザには、次のような課題がある。図7は、マルチモード面発光型半導体レーザを光源に用いたときの遠視野像における光出力およびそのビームプロファイルを示す図である。光源から遠視野像までの距離を $L$ 、光源の中心から遠視野像におけるビームの径に対応する広がり角を $\theta$ とする。この種の面発光型半導体レーザは、一般に、ドーナツ形状のプロファイルを有する。つまり、光源の中心からの広がり角 $\theta_0$ の範囲は、主として基本モードのレーザ光であり、ビームプロファイルは $P_0$ で示される。広がり角が $\theta_0$ よりも大きくなると、1次モードのレーザ光、あるいは1次モードとそれより高次のモードが合成された高次モードのレーザ光となり、そのビームプロファイルは $P_1$ で示される。この $P_1$ で示される高次モードの光出力は、基本モードの光出力よりも大きい。言い換えれば、ビームプロファイルは、1次または高次モードのレーザ光領域であるドーナツの外側 $P_1$ が、基本モードのレーザ光領域であるドーナツ内部 $P_0$ よりも明るい。このようなレーザ光の各発信モードで、それぞれの発光が完全に同時に起こらないことがわかっている。このため、基本モードの光と、1次あるいは高次モード光の応答性に差が発生し、これを光源に用いた場合に、光信号にジッタを引き起こしてしまう。

【0009】

図8(a)は、レーザ光の品質をチェックする指標となるアイパターンを示す図である。アイパターンは、レーザ光が変調（ターンオン・オフ）されるとき、その変調された光信号をランダムに重畳したパターンであり、横軸は時間、縦軸は光出力を示す。同図(a)に示すアイパターンは、光出力が3mWで、850



nmのレーザ光を出力するマルチモードタイプのVCSELを光源に用いたときの例である。図示されたアイパターンの波形からも明らかなように、各発振モードの発光が同時に起こらないために、各モードの光信号の応答速度に時間的なズレ、すなわちジッタ（J）が発生してしまう。アイパターンは、限りなく1本の線に収束される形状が理想的であるが、光出力に一定以上の時間的な幅（ジッタ）が生じてしまうと、受光素子側において光信号のエラーの発生率が高くなり、結果的に、データリンクで達成し得る最大ビットレートに制約が出てしまう。

#### 【0 0 1 0】

また、上述した特許文献1は、発振横モードを制御するためにビーム出射口に透明な層を設けるものであるが、これは、マルチモードのレーザ光のジッタを低減させることに着目されたものではなく、また、それを解決するための構成とは異なるものである。さらに特許文献2も、マルチモードのレーザ光のジッタを低減させるものではない。

#### 【0 0 1 1】

そこで本発明は、上記従来の課題を解決し、マルチモードのレーザ光のジッタを抑制することができる、マルチモードの面発光型半導体レーザを提供することを目的とする。

さらに本発明は、マルチモード型光ファイバと結合して、高速な光通信を行うことができるマルチモードの面発光型半導体レーザおよびそれを用いた光通信システムを提供することを目的とする。

#### 【0 0 1 2】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るマルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザは、レーザ光の出射口に、マルチモードの特定のモードを遮蔽する遮蔽物を設けたことを特徴とする。マルチモードの場合、各発振モード毎にレーザ発振が起こるまでの時間がわずかに異なり、それが応答特性の差となって現れるが、レーザ光の伝播経路に遮蔽物を置くことにより、ある特定のモードによるレーザ光を遮蔽することができ、これにより光信号のジッタを低減させることができる。好ましくは、各発振モードのうち、周波数応答速度が遅いモードを取り除くことが望ましい

。

### 【0013】

好ましくは、面発光型半導体レーザは、基板上に、下部反射ミラーと、上部反射ミラーと、それらのミラーの間に活性領域および電流狭窄層とを含み、前記出射口は、前記上部反射ミラー上に形成される。さらに、上部反射ミラーは、第1導電型の複数の半導体多層膜を含み、該複数の半導体多層膜上に、前記出射口を規定する電極パターンが形成され、前記遮蔽物は、前記出射口のほぼ中央に配置される。さらに、少なくとも上部反射ミラーから電流狭窄層に至るまでメサが形成され、出射口および遮蔽物は前記メサの外形に対応する形状を有する。例えば、メサが円柱状であれば、出射口および遮蔽物は円形状である。遮蔽物の径は、遮蔽すべき特定のモードに対応して選択される。さらに、遮蔽物は、電極パターンと同時に形成することで、遮蔽物の形成を簡略化することができる。

### 【0014】

さらに選択酸化型のマルチモード面発光型半導体レーザにおいて、遮蔽物は、マルチモードのレーザ光のうち、基本モードのレーザ光を遮蔽することが望ましい。この種の面発光型半導体レーザは、ドーナツ形状のプロファイルのうち、ドーナツ内側部分の周波数応答速度が遅いため、ドーナツ内側部分に遮蔽物を置くことで、基本モードのレーザ光を遮蔽する。

### 【0015】

本発明に係る面発光型半導体レーザは、マルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザ素子を収容するパッケージ本体と、パッケージ本体に設けられ、レーザ素子からのレーザ光を透過させるための透過窓とを有し、透過窓には、レーザ光の特定のモードを遮蔽するための遮蔽物が設けられることを特徴とする。レーザ素子に直接遮蔽物を形成することなく、レーザ素子の実装後に、パッケージに遮蔽物を設けることで、複雑な工数を用いることなく、遮蔽物の取り付けを簡略化することができる。

### 【0016】

遮蔽物の径D1は、次式により規定することができる。

## 【数 2】

$$D1 = L1 \times 2 \tan\left(\frac{\theta_n}{2}\right)$$

ここで、 $L1$ は、レーザ素子から遮蔽物までの距離、 $\theta_n$ は、レーザ素子から出射されたマルチモード光の遠視野像において、特定のモードの径に対応する光源からの広がり角度である。

## 【0017】

好ましくは遮蔽物に、前記レーザ光の光の反射を防止するための反射防止膜が形成される。また、遮蔽物は、レーザ光の特定のモードを吸収する吸収材を含むものでもよい。好ましくは、レーザ素子は、円柱状のメサ型の発光部を含み、前記遮蔽物は円形状である。この場合、遮蔽物は、マルチモード光の基本モードを遮蔽し、前記 $\theta_n$ は、基本モードの径に対応する光源からの広がり角 $\theta_0$ であることが望ましい。

## 【0018】

本発明によるマルチモードの面発光型半導体レーザを光源に用い、この光源にマルチモード型光ファイバを用いて光通信を行うことにより、周波数応答特性の高い、高速化が可能な、経済的な光通信システムを提供することができる。

## 【0019】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施形態を図面を参照して説明する。図1は第1の実施の形態に係るVCSELの構成を示し、同図(a)は同図(b)のX1-X1線断面図、同図(b)は平面図、同図(c)は遮蔽物の大きさと出射口との関係を示す図である。

## 【0020】

マルチモードの面発光型半導体レーザ100は、n型のGaAs基板1上に、n型の下部多層反射膜2、アンドープの活性領域3、酸化領域4aによって周縁部を囲まれ中央に円形状の導通領域む電流狭窄層4、p型の上部多層反射膜5、p型のコンタクト層6、層間絶縁膜7、p側の上部電極8、出射口11に置かれた

遮蔽物 9、n 側の裏面電極 10 を含む。

#### 【0 0 2 1】

基板 1 上において、コンタクト層 6 から活性領域 3 に至るまで、円柱状のメサあるいはポスト 101 が形成される。ポスト 101 の底部は、下部多層反射膜 3 の一部が露出される。ポスト 101 の底部、側面および頂部の一部が層間絶縁膜 7 によって覆われている。ポスト 101 の頂部において、コンタクト層 6 と電氣的に接続される上部電極 8 が配され、同時に、円形状の開口である出射口 11 を規定する。上部電極 8 は、ポスト頂部からその側面を介してポスト底部にまで延在され、図示しない電極パッドに接続される。

#### 【0 0 2 2】

出射口 11 上に、円形状の遮蔽物 9 が形成される。遮蔽物 9 は、出射口 11 と同心円上に配され、かつ、それらの中心は、ポスト 101 の光軸に一致される。遮蔽物 9 は、ポスト 101 からの光を遮蔽する部材であれば、金属やそれ以外の材料を用いることができるが、好ましくは、上部電極 8 と同一材料を用いることで、上部電極 8 のパターン形成と同時に形成される。遮蔽物 9 は、後述するように、ポスト 101 から発光されるマルチモードのレーザ光のうち、特定のモードの光を遮蔽する。電流狭窄層 4 は、A l A s 層の導通領域と、その周縁部を取り囲む酸化領域 4 a とを含み、酸化領域 4 a は、ポスト 101 の側面から A l A s 層を選択的に酸化することによって形成される。側面からの酸化距離を制御することでポスト 101 の外形に対応する所望の径の導通領域を得ることができる。本実施の形態では、マルチモードのレーザ光を発振させるため、電球狭窄層 4 の導通領域の径 D 2 を 8 ミクロン、出射口 11 の径 D 3 を 10 ミクロンとする。また、遮蔽物の径 D 1 は、3 ミクロンとし、この大きさは、後述するように、マルチモードの基本モードのレーザ光を遮断するのに好ましい値が選択される。

#### 【0 0 2 3】

選択酸化型のマルチモード面発光型半導体レーザは、従来の図 7 で説明したように、光源の光軸を中心に一定の角度  $\theta_0$  において基本モードが発生し、それよりも大きな角度において高次モードが発生し、高次モードの光出力は、基本モードのそれよりも大きい。さらに、ドーナツ内側部分 P 0、すなわち基本モードの

レーザ光の周波数応答速度が外側 P 1 よりも遅い。このまた本実施の形態では、遮蔽物 9 を出射口 1 1 内に設けることで、ポスト 1 0 1 において発光されるマルチモードのうちの基本モードの光を遮蔽する。基本モードの光出力は、高次モードの光出力に比べて小さいため、基本モードをカットしても、全体の光出力が著しく低下することはない。他方、基本モードを遮蔽することで、各モード間で生じる発光の時間的な差を減らし、これによりレーザ光のジッタを低減し、周波数応答速度を向上させるものである。

#### 【0024】

図 2 は、遮蔽物を用いたときの遠視野像におけるレーザ光の出力を示している。図 2 に示すように、光源からの距離  $L$  の遠視野像において、マルチモードの基本モードの光が  $\theta_0$  とする。この場合、遮蔽物 9 は、 $\theta_0$  の角度を遮蔽するに十分な径  $D_1$  が選択され、本例では、 $D_1$  は 3 ミクロンである。これにより、ポスト 1 0 1 において発光された基本モードの光は、遮蔽物 9 により遮蔽され、それ以外の光は出射口 1 1 から出射される。つまり、ドーナツの内側 P 0 は、遮蔽物 9 によってほぼ完全に遮断され、その外側 P 1 からのみ 1 次若しくは高次モードの光が出射される。

#### 【0025】

遮蔽物を用いたときのアイパターンは、図 8 (b) のようになり、遮蔽物が設けられていない従来のマルチモードのレーザと比べて、そのパターンは収束し、すなわちジッタ  $J_1$  が低減されていることが理解される。

#### 【0026】

次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザを説明する。図 3 (a) は、面発光型半導体レーザを実装したときの平面図（但し、金属製のステムからキャップが取り外されている）、同図 (b) は同図 (a) の X 2 - X 2 線断面図である。

#### 【0027】

第 2 の実施の形態に係るレーザ装置 1 2 0 は、半導体レーザの出射口 1 1 内に遮蔽物 9 を含むものではなく、その代わりに、半導体レーザを実装するケース本体の透過窓に遮蔽物を含むものである。

## 【0028】

面発光型半導体レーザ装置 110 は、金属製のステム（またはケース本体）20 と、金属製ステム 20 に取り付けられる金属製のキャップ 30 とを含む。金属製ステム 20 は円形状の薄板であり、その外周に段差を含むフランジ 21 が環状に形成される。キャップ 30 は一面が開放され、内部に円筒状の空間を含み、その側面から外周に水平方向に突出する端部 31 が形成される。キャップ 30 の表面中央には、円形状の透過窓（開口）32 が形成される。キャップ 30 の裏面には、その裏面形状に合わせて円形状のガラス 33 が取り付けられる。好ましくは、ガラス 33 の外周の表面がキャップ 30 の裏面に融着により固定される。キャップ 30 の透過窓 32 は、ガラス 33 により閉じられ、後述する面発光型半導体レーザ 120 のポストから出射されたレーザ光を透過する透過窓として機能する。キャップ 30 の端部 31 は、フランジ 21 に例えば溶接等によって溶着され、キャップ 30 と金属製ステム 20 とによって内部に密閉された空間が形成され、そこに窒素ガスが充填される。さらに、透過窓 32 と同心円状の円形状の遮蔽物 34 がガラス 33 上に固定される。遮蔽物 34 の径の大きさは、半導体レーザ 120 から出射されたマルチモードの基本モードの光を遮蔽するのに十分な大きさが選択される。

## 【0029】

金属製ステム 20 には、一对のリードピン 40、41 を取り付けするための貫通孔 22、23 が形成される。貫通孔 22、23 には絶縁体膜 24 が充填され、リードピン 40、41 は絶縁体膜 24 を介して金属製ステム 20 から絶縁される。リードピン 40、41 の一端は、金属製ステム 20 の表面から突出し、この突出した部分が、ワイヤボンディング 50、51 によりボンドパッド 60、61 に接続される。

## 【0030】

金属製ステム 20 のほぼ中央には、マウンタ 70 が固定され、マウンタ 70 上に面発光型半導体レーザ 120 が固定される。面発光型半導体レーザ 120 の構成は、遮蔽物 9 を含まない以外は、図 1 と同様である。マウンタ 70 は、例えば GaAs などの半導体材料や AlO や AlN 等のセラミックから構成され、その

表面にAu等の金属がメッキまたは蒸着される。マウンタ70の金属表面上に半導体レーザ120のn側電極10が接続される。さらにマウンタ70の金属表面には、電極パッド61が形成されている。また、半導体レーザ120は、その基板上にポスト101を有すると共に、ポスト101から近接した位置に、p側電極8と電氣的に接続された電極パッド60を含んでいる。こうして、リードピン40は、ワイヤボンディング50、電極パッド60を介してp側電極8に電氣的に接続され、リードピン41は、ワイヤボンディング51、電極パッド61を介してn側電極10に電氣的に接続される。

#### 【0031】

遮蔽物34の中心は、半導体レーザのポストの光軸上に一致される。図2に示すように、ポスト101を光源とし、そこから遮蔽物34までの距離をL1とすると、遮蔽物34の径D1は、次のように規定することができる。

#### 【0032】

##### 【数3】

$$D1 = L1 \times 2 \tan\left(\frac{\theta_0}{2}\right)$$

この場合、 $\theta_0$ は、光源（ポスト）から出射されたマルチモード光の遠視野像における、基本モードの径に対応する光源からの広がり角度である。これにより、ポスト101から発せられたマルチモードのうち、基本モードの光を遮蔽物34によって適切に遮蔽することができる。

#### 【0033】

遮蔽物34は、光を遮蔽可能な金属やそれ以外の絶縁物質等を用いることが可能である。好ましくは、基本モードの光が、遮蔽物34によってキャップ内に反射されるのを防止するために、その表面に反射防止膜がコーティングされる。さらに、ガラス33に容易に接着することができるように、接着層を含むものであっても良い。さらに、遮蔽物34は、特定の波長の光を吸収する吸収部材であってもよい。この場合、吸収する波長は、面発光型半導体レーザ120により発光される波長である。

## 【0034】

第2の実施の形態によれば、面発光型半導体レーザを実装した後に、遮蔽物34をキャップ30のガラス33上に固定するだけで、複雑な工数を要することなく、簡単にジッタの低減された、周波数応答特性に優れたマルチモードの面発光型半導体レーザを得ることができる。また、このような面発光型半導体レーザとマルチモード型光ファイバとを組み合わせることで、経済的であり、かつデータ転送速度の大きな光通信システムを提供することができる。

## 【0035】

次に、図面を参照しながら第1の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの製造方法について説明する。図4ないし図6は、図1に示す面発光型半導体レーザの製造工程を示す断面図である。図4(a)に示すように、有機金属気相成長(MOCVD)法により、半絶縁性GaAs基板1の(100)面上に、アンドープのAl<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>As層とアンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層との複数層積層体よりなる下部多層反射膜2と、アンドープのAl<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層よりなるスペーサ層とアンドープのAl<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As層よりなる障壁層とアンドープのGaAs層よりなる量子井戸層との積層体よりなる活性領域3と、p型のAlAs層4と、p型のAl<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>As層とp型のAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層との複数層積層体よりなる上部多層反射膜5と、AlGsコンタクト層6とを、順次積層する。

## 【0036】

下部多層反射膜2は、n型のAl<sub>0.8</sub>Ga<sub>0.2</sub>As層とn型のAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層との複数層積層体よりなるが、各層の厚さは $\lambda/4n_r$ （但し、 $\lambda$ は発振波長、 $n_r$ は媒質中の光学屈折率）に相当し、混晶比の異なる層を交互に36.5周期積層してある。n型不純物としてシリコンをドーピングした後のキャリア濃度は $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ である。

## 【0037】

活性領域3は、アンドープのGaAs層よりなる厚さ8nmの量子井戸活性層とアンドープのAl<sub>0.2</sub>Ga<sub>0.8</sub>As層よりなる厚さ5nmの障壁層とを交互に積層した積層体（但し、外層は障壁層）が、アンドープのAl<sub>0.4</sub>Ga<sub>0.6</sub>As層よ



りなるスペーサ層の中央部に配置され、量子井戸活性層と障壁層とを含むスペーサ層の膜厚が $\lambda / n_r$ の整数倍となるよう設計されている。このような構成の活性領域 3 から波長 8 5 0 n m の放射光を得る。

#### 【 0 0 3 8 】

上部多層反射膜 5 は p 型の  $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$  層と p 型の  $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$  層との複数層積層体よりなる複数積層体である。各層の厚さは下部多層反射膜 2 と同様に $\lambda / 4 n_r$ であり、混晶比の異なる層を交互に 2 2 周期積層してあるが、この周期数は下方に設けた  $\text{AlAs}$  層 4、および後述する最上層に設けた  $\text{GaAs}$  層 6 を加えた数である。ただし、 $\text{AlAs}$  層 4 に関しては膜厚 $\lambda / 4 n_r$ を構成する材料がすべて  $\text{AlAs}$  からなる必然性はなく、反対に  $\text{AlAs}$  層が必要以上に厚いと光学的散乱損失が増えるといった問題を生じる場合もあるので、ここでは  $\text{AlAs}$  層 4 は厚さ 3 0 n m として、残りの部分は  $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$  とした。p 型不純物として炭素をドーピングした後のキャリア濃度は  $4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  である。

#### 【 0 0 3 9 】

また、素子の直列抵抗を下げるため、上部多層反射膜 5 中には、 $\text{Al}_{0.8}\text{Ga}_{0.2}\text{As}$  の層と  $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}$  の層との間に、その中間のアルミニウム組成比を有する中間層を介在させてもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

上部多層反射膜 5 の最上層は、厚さ 2 0 n m の p 型  $\text{GaAs}$  層として、後述する p 側電極 8 とコンタクト性の向上を図った。p 型不純物として亜鉛をドーピングした後のキャリア濃度は  $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  である。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、レーザ基板を成長室から取り出し、図 4 ( b ) に示すように、基板上にフォトリソ工程により  $\text{SiO}_2$  のマスクパターン 1 3 を形成する。 $\text{SiO}_2$  をマスクにして、図 4 ( c ) に示すように、円柱状のポストまたはメサ 1 0 1 を形成するためのエッチング加工をする。反応性イオンエッチング ( R I E ) により上部多層反射膜 5、 $\text{AlAs}$  層 4、活性領域 3 を異方性エッチングする。

#### 【 0 0 4 2 】

ポスト 1 0 1 の形成により、A l A s 層 4 の側面が露出される。ここでレーザ基板を、窒素をキャリアガス（流量：2 リットル／分）とする 3 5 0 °C の水蒸気雰囲気中に 3 0 分間晒す。上部多層反射膜 5 の一部を構成する A l A s 層 4 は、同じくその一部を構成する A l 0.8 G a 0.2 A s 層や A l 0.1 G a 0.9 A s 層に比べ著しく酸化速度が速い。図 5（d）に示すように、ポスト 1 0 1 内の一部である活性領域 3 の直上部分の A l A s 層 4 が、ポストの側面から酸化を開始され、最終的にポスト形状を反映した酸化領域 4 a が形成される。酸化領域 4 a は、導電性が低下し電流狭窄部となるが、同時に周囲の半導体層に比べ光学屈折率が半分程度（～1.6）である関係から、光閉じ込め領域としても機能する。酸化されずに残った非酸化領域は導通領域として電流注入部となる。導通領域の開口は、マルチモードの光を発光させるため、ここでは 1 0 ミクロンの径を形成する。

#### 【0 0 4 3】

その後、図 5（e）に示すように、マスク 1 3 を除去し、露出したポスト 1 0 1 の側面を含む基板上面に絶縁膜 7 を着膜し、図 5（f）に示すように、ポスト頂部にコンタクトホール 7 a を形成して層間絶縁膜 7 とする。

#### 【0 0 4 4】

次に、図 6（g）に示すように、ポスト 1 0 1 を含む基板の全面に電極層が形成され、図 6（h）に示すように、電極層がパターンニングされる。p 側電極 8 により、ポスト 1 0 1 の頂部に射出口 1 1 が規定され、同時に、射出口 1 1 内に遮蔽物 9 が形成される。その後、図 6（i）に示すように、基板 1 の裏面に、n 側電極 1 0 が形成される。こうして、図 1 に示す面発光型半導体レーザが形成される。第 2 の実施の形態に用いられる面発光型半導体レーザ 1 1 0 は、遮蔽物 9 を残さないように p 側電極のパターン形成が行われる。

#### 【0 0 4 5】

以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は、特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

#### 【0 0 4 6】

上記実施の態様では、マルチモードの基本モードの光を遮蔽する例を示したが

、これ以外の特定のモードの光を遮蔽して、光信号のジッタを少なくするようにしてもよい。好ましくは、周波数応答速度が遅いモードを取り除くことが効果的である。遮蔽物の形状は、遮蔽するべきモードの光に対応して適宜選択することが可能である。さらに、遮蔽物の材質は、金属や絶縁物等でもよく、要は、目的とするモードの光が遮蔽されればよい。従って、特定の波長の光を吸収する部材であっても、遮蔽物に含まれる。

#### 【0 0 4 7】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、マルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザの出射口に、マルチモードの特定のモードを遮蔽する遮蔽物を設けたことにより、光信号のジッタを低減することができ、周波数応答特性を改善し、高速のデータ転送を可能にすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの構成を示し、同図 (a) は X 1 - X 1 線断面図、同図 (b) は模式的な平面図、同図 (c) は遮蔽物と出射口との関係を示す図である。

【図 2】 図 2 は、図 1 に示す面発光型半導体レーザによる遠視野像の光出力を示す図である。

【図 3】 図 3 は本発明の第 2 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの構成を示し、同図 (a) はキャップを取り外した状態の平面図、同図 (b) は X 2 - X 2 線断面図である。

【図 4】 第 1 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの製造工程を示す断面図である。

【図 5】 第 1 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの製造工程を示す断面図である。

【図 6】 第 1 の実施の形態に係る面発光型半導体レーザの製造工程を示す断面図である。

【図 7】 従来の面発光型半導体レーザによる遠視野像の光出力を示す図である。

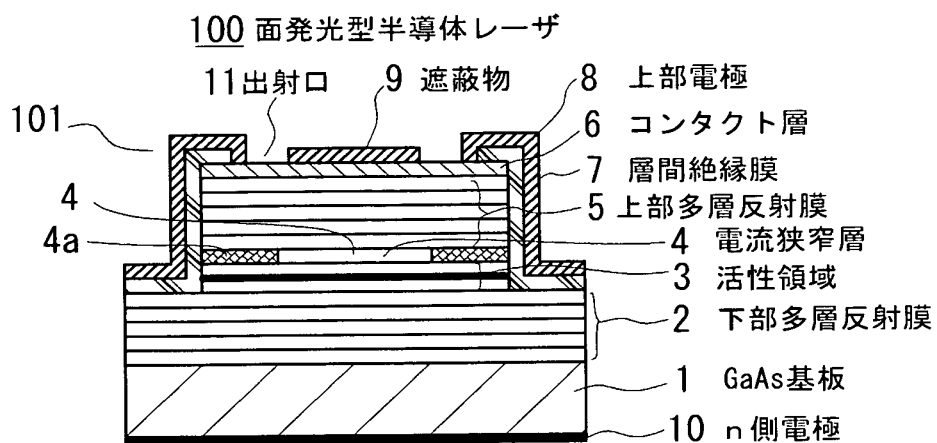
【図 8】 レーザ光のアイパターンを示す図である。

【符号の説明】

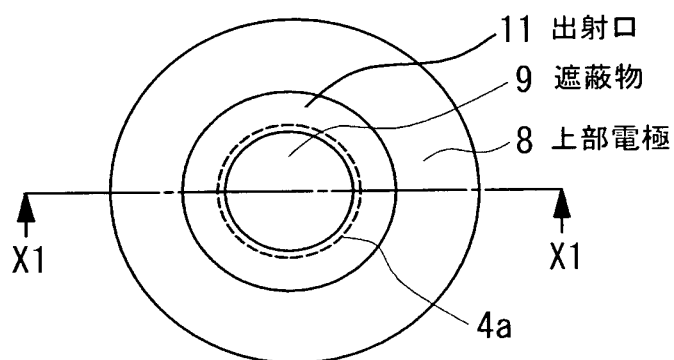
1	G a A s 基板	2	下部多層反射膜
3	活性領域	4	電流狭窄層
4 a	酸化領域	5	上部多層反射膜
6	コンタクト層	7	層間絶縁膜
8	上部電極	9	遮蔽物
1 0	n 側電極	1 1	出射口
2 0	金属ステム	3 0	キャップ
3 2	開口	3 3	ガラス
3 4	遮蔽物	4 0、4 1	リードピン
5 0、5 1	ワイヤボンディング	6 0、6 1	電極パッド
7 0	マウンタ	1 0 0、1 1 0	面発光型半導体レーザ
1 1 1	ポスト		

【書類名】 図面

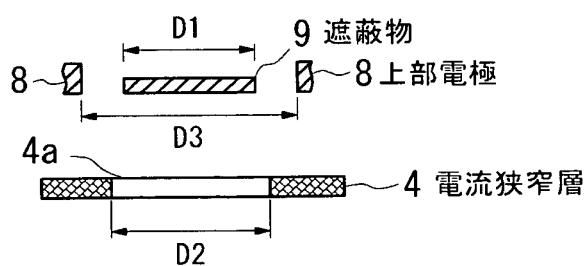
【図 1】



(a)

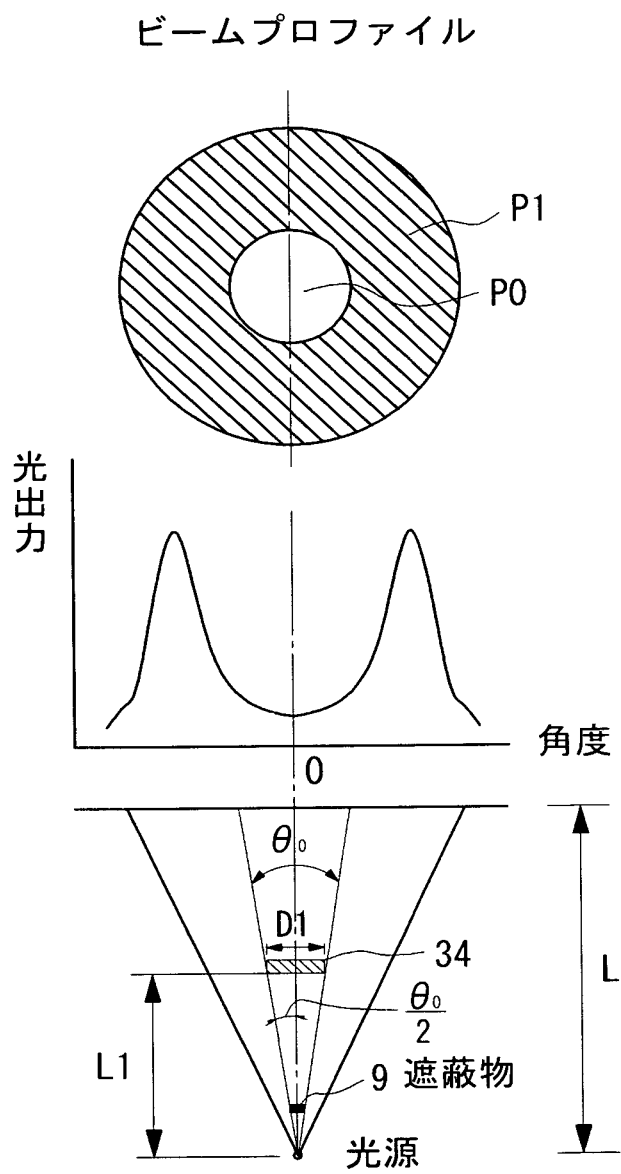


(b)



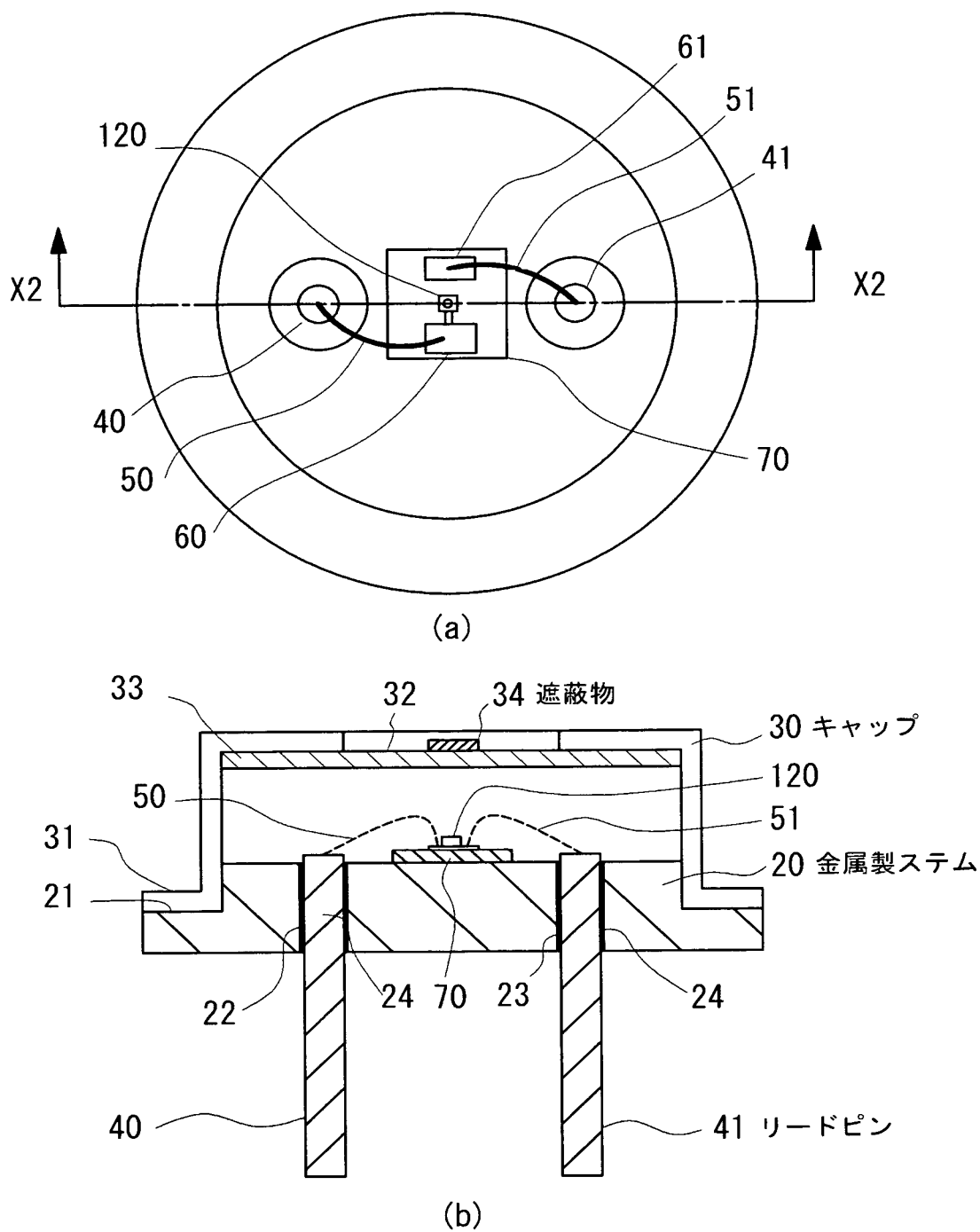
(c)

【図 2】

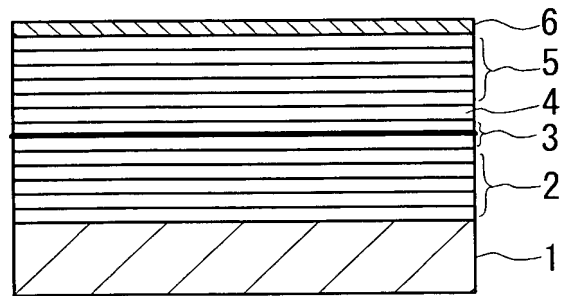


【図 3】

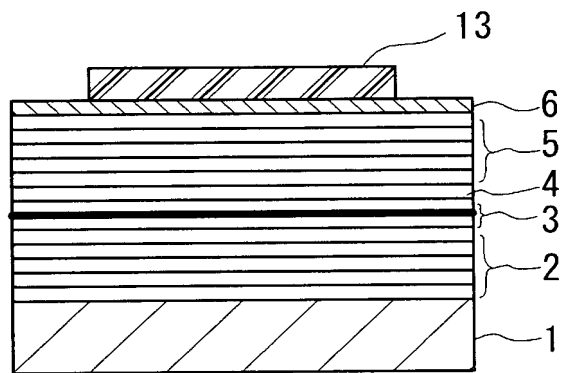
110 レーザ装置



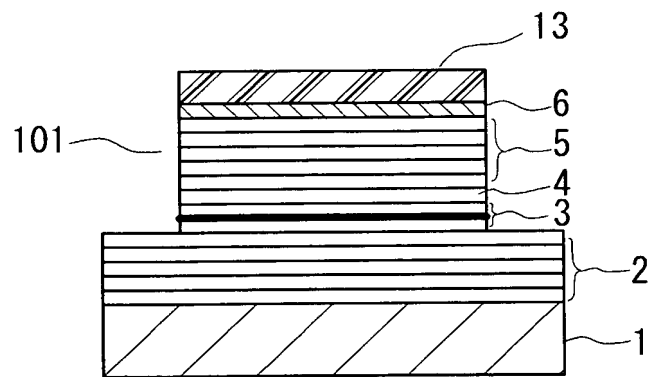
【図 4】



(a)



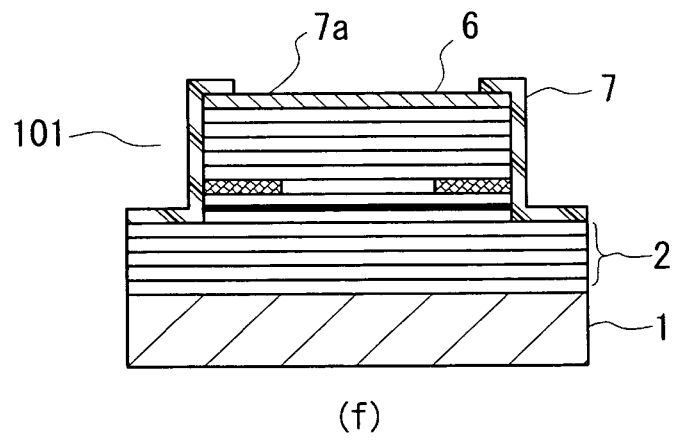
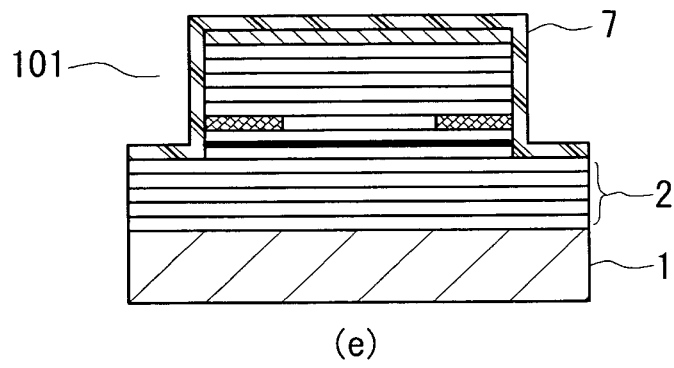
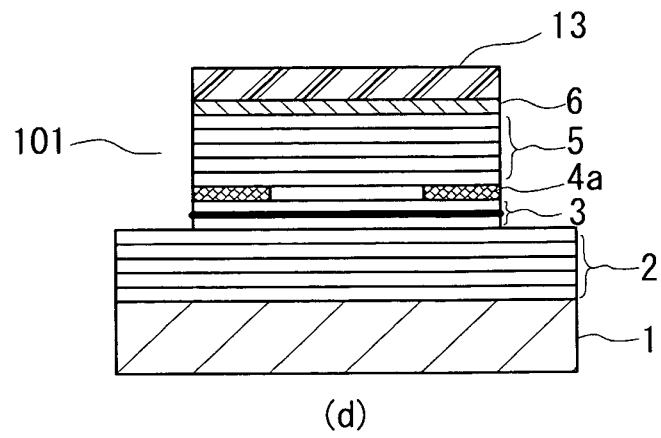
(b)



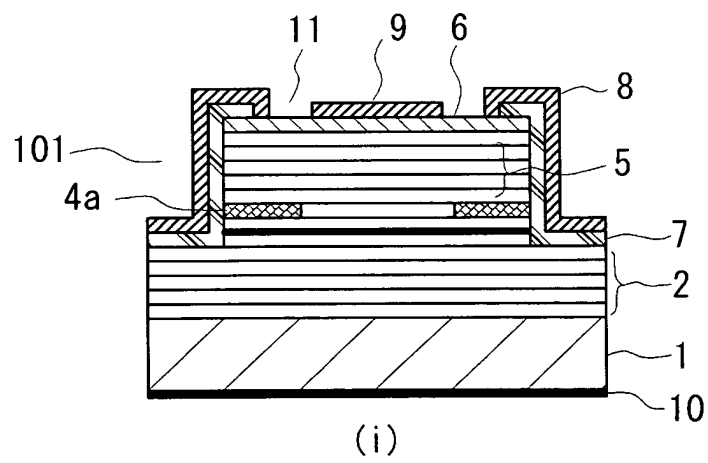
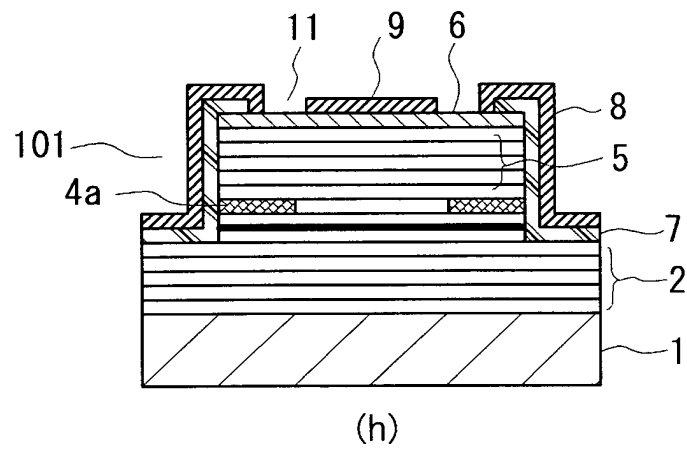
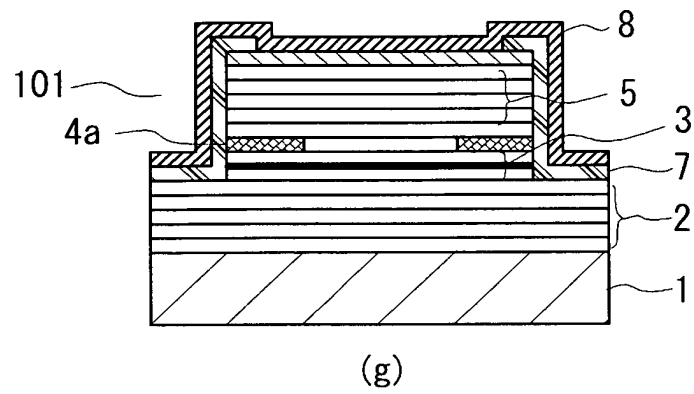
(c)



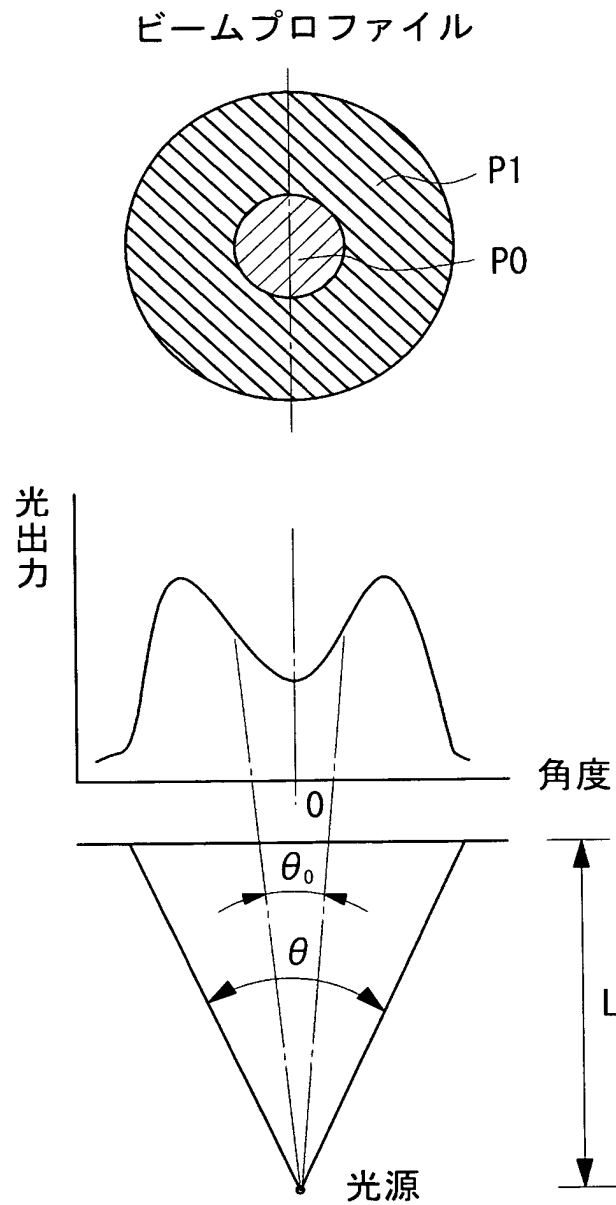
【図 5】



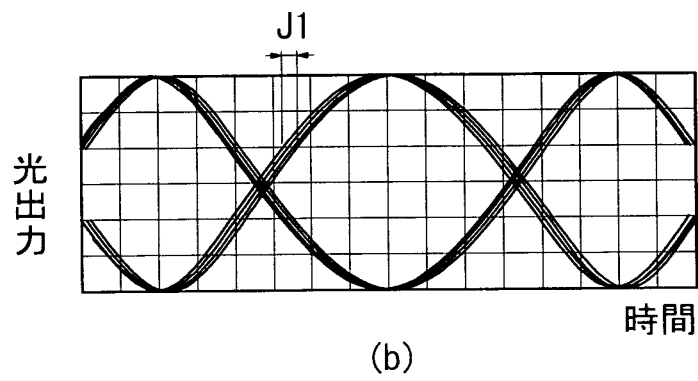
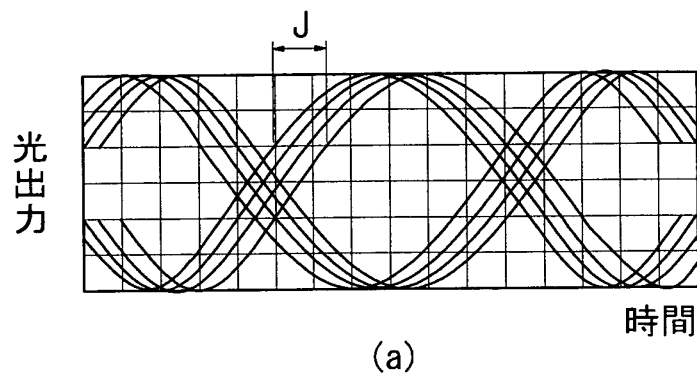
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【課題】 マルチモードのレーザ光のジッタ成分を抑制する、マルチモードタイプの面発光型半導体レーザを提供する。

【解決手段】 マルチモードのレーザ光を出射する面発光型半導体レーザ 1 0 0 は、レーザ光の出射口 1 1 に、マルチモードの特定のモードを遮蔽する遮蔽物 9 を設けたことを特徴とする。面発光型半導体レーザ 1 0 0 は、基板 1 上に、下部反射ミラー 2 と、上部反射ミラー 5 と、それらのミラーの間に活性領域 3 および電流狭窄層 4 とを含み、出射口 1 1 は、上部反射ミラー 5 上に形成される。上部反射ミラー 5 から電流狭窄層 4 に至るまで円柱状のポスト（メサ） 1 0 1 が形成され、出射口 1 1 および遮蔽物 9 は円形状である。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 7 5 4 4 3
受付番号	5 0 3 0 0 4 4 8 8 7 8
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 5 年 3 月 2 7 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】 000005496

【住所又は居所】 東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社

## 【代理人】 申請人

【識別番号】 100098497

【住所又は居所】 千葉県市川市行徳駅前 2 - 1 - 2 パークイモト  
4 0 2 片寄特許事務所

【氏名又は名称】 片寄 恭三

## 【代理人】

【識別番号】 100087480

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 9 番 1 号 ロボッ  
ト F A センター 1 3 0 1

【氏名又は名称】 片山 修平

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 7 5 4 4 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 4 9 6 ]

1 . 変更年月日  
[変更理由]  
住 所  
氏 名

1 9 9 6 年 5 月 2 9 日  
住所変更  
東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号  
富士ゼロックス株式会社